

BAB 4 REKAYASA PERSYARATAN

Bab ini menjelaskan terkait persyaratan minimal yang harus dipenuhi untuk melakukan perancangan hingga implementasi, sehingga perancangan dan implementasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan.

4.1 Deskripsi umum

Pada bagian ini menjelaskan tentang Perspektif sistem, Karakteristik pengguna, Batasan sistem, Asumsi dan ketergantungan.

4.1.1 Perspektif sistem

Sistem ini dapat dikatakan berjalan dengan baik apabila mekanisme *low power* pada *transmitter sensor node* dapat berjalan yang ditunjukkan dengan terjadinya kondisi *sensor node* memasuki mode *sleep* apabila hasil *sensing* yang dilakukan sama dengan hasil *sensing* sebelumnya serta *receiver sensor node* tidak mendeteksi adanya pengiriman data sensor ketika *transmitter sensor node* sedang berada pada *sleep mode*. Selain itu *transmitter sensor node* dapat membaca nilai sensor suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah serta mengirimkannya pada *receiver sensor node* untuk ditampilkan melalui *serial monitor*. Hasil pengiriman data yang ditampilkan melalui *receiver sensor node* harus sesuai dengan data hasil *sensing* yang dikirimkan oleh *transmitter sensor node*.

4.1.2 Karakteristik pengguna

Karakteristik pengguna dari sistem ini bersifat pasif, yang mana pengguna hanya bisa memonitor data hasil *sensing* melalui *serial monitor*. Sedangkan pengaturan aktivasi *sleep mode* hanya bergantung pada data hasil *sensing*, apabila ingin melakukan perubahan sistem hanya dapat dilakukan dengan cara meng-*upload* ulang program yang telah dimodifikasi melalui aplikasi *desktop* Arduino IDE.

4.1.3 Batasan sistem

Beberapa batasan yang ada pada sistem ini antara lain :

1. Sensor yang digunakan adalah sensor DHT11, LDR (*Light Dependent Resistor*), dan *Soil Moisture*.
2. Sensor melakukan akuisisi data ketika tidak sedang berada pada *sleep mode*.
3. *Sleep mode* hanya aktif selama satu menit ketika sensor node tidak mendeteksi adanya perubahan hasil *sensing* saat ini dengan sebelumnya.
4. Peletakan *transmitter* dan *receiver sensor node* berjarak maksimal 25 meter.
5. Sistem ini membutuhkan minimal tegangan 5V dan terhubung melalui kabel USB pada FTDI *Break-out*.
6. Sistem ini hanya bisa digunakan di area dengan tingkat kelembaban udara maksimal 60% RH.

7. *Low power sleep mode* hanya di implementasikan pada *transmitter sensor node*.

4.1.4 Asumsi dan ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan yang ada pada sistem ini antara lain :

1. Pada pembuatan *bord* ini tidak diperbolehkan adanya jalur yang menyimpang.
2. Sensor tidak dapat mengakuisisi data *sensing* ketika sedang berada pada *sleep mode*.
3. Ketika *sleep mode* terjadi maka sistem pengirim tidak mengirimkan data *sensing*.
4. Sistem ini membutuhkan minimal tegangan 5 V untuk menjalankan alat tersebut.
5. Sumber daya dari sistem ini hanya dapat di alirkan melalui modul *FTDI Break-out*.

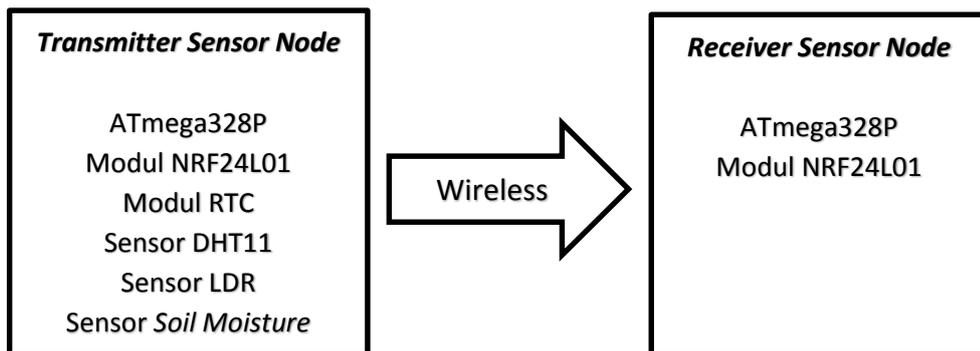
4.2 Rekayasa kebutuhan

Pada bagian ini menjelaskan tentang Kebutuhan antar muka pengguna, Kebutuhan perangkat keras, Kebutuhan perangkat lunak, Kebutuhan komunikasi, dan Kebutuhan fungsional.

4.2.1 Kebutuhan antarmuka pengguna

User dapat berinteraksi dengan sistem dengan cara memonitor hasil data *sensing* yang didapatkan oleh *transmitter sensor node* dan dikirim ke *receiver sensor node* untuk ditampilkan melalui *serial monitor*.

4.2.2 Kebutuhan perangkat keras

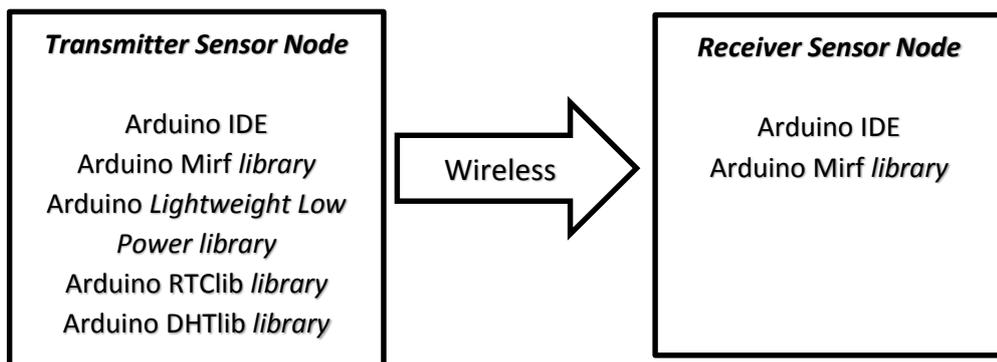


Gambar 4.1 Kebutuhan perangkat keras

1. Pada *transmitter sensor node* :
 - a. Mikrokontroler Atmega328P berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang mengolah data hasil *sensing* dan menjalankan mekanisme *low power*.

- b. Modul NRF24L01 merupakan sebuah modul *transceiver* komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio pada frekuensi 2,4GHz untuk berkomunikasi dan mengirimkan data pada *receiver sensor node*.
 - c. Modul RTC berfungsi untuk menyimpan data waktu dan tanggal yang diperlukan oleh mikrokontroler sebagai *time stamp* ketika node mengirimkan data dan sebelum memasuki *sleep mode*.
 - d. Sensor Suhu DHT11 merupakan sebuah sensor yang dapat mengkalibrasi data suhu menjadi sinyal keluaran digital yang kemudian di proses oleh mikrokontroler.
 - e. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan sebuah sensor cahaya berbentuk resistor yang akan menyesuaikan nilai resistansi sesuai dengan tingkat intensitas cahaya yang diterima, sehingga nilai arus yang mengalir dapat diproses oleh mikrokontroler sebagai data intensitas cahaya.
 - f. Sensor *Soil Moisture* merupakan sebuah sensor yang mana cara kerjanya adalah dengan mengalirkan arus di antara dua *probe sensor* yang mana nilai arus yang dapat dialirkan kemudian diproses oleh mikrokontroler sebagai data kelembaban tanah.
2. Pada *receiver sensor node* :
- a. Mikrokontroler Atmega328P berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang mengolah data yang diterima dari *transmitter sensor node* dan menampilkannya melalui *serial monitor*.
 - b. Modul NRF24L01 berfungsi sebagai media komunikasi *wireless* pada node ini dan berfungsi sebagai modul penerima data yang dikirimkan oleh *transmitter sensor node*.

4.2.3 Kebutuhan perangkat lunak



Gambar 4.2 Kebutuhan perangkat lunak

1. Pada *transmitter sensor node* :
 - a. Arduino IDE merupakan sebuah program untuk menulis dan meng-*upload* program/*sketch* pada mikrokontroler agar sistem dapat berjalan dengan sesuai.

b. Arduino *Mirf library* merupakan *library* yang digunakan untuk menangani komunikasi modul NRF24L01 agar modul tersebut dapat digunakan. Di antara fungsi dari Arduino *Mirf library* yang digunakan pada *transmitter sensor node* ini adalah :

1. `Mirf.spi` : Berfungsi untuk menentukan pin komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) antara modul nrf dengan mikrokontroler.
2. `Mirf.init()` : Berfungsi untuk mengaktifkan konfigurasi pin SPI (*Serial Peripheral Interface*).
3. `Mirf.setTADDR((byte *)"FGHIJ")` : Berfungsi untuk mengatur alamat pengiriman data.
4. `Mirf.payload` : Berfungsi untuk mengatur panjang ukuran data yang dapat dikirimkan.
5. `Mirf.chanel` : Berfungsi untuk mengatur komunikasi antar node berdasarkan *channel* frekuensi.
6. `Mirf.config()` : Berfungsi untuk mengatur register serta pengaturan komunikasi *module* dan menyalakan *module*.
7. `Mirf.send()` : Berfungsi untuk mulai melakukan pengiriman data.
8. `Mirf.isSending()` : Berfungsi untuk memeriksa apakah *module* sedang melakukan pengiriman data.
9. `Mirf.powerDown()` : Berfungsi untuk mematikan *module* hingga dilakukannya pengiriman data kembali.

c. Arduino *Lightweight Low Power library* merupakan *library* yang dapat menangani penghematan sumber daya dengan cara menempatkan mikrokontroler pada kondisi *sleep mode*. Dengan cara mengeksekusi "`LowPower.powerDown(SLEEP_4S, ADC_OFF, BOD_OFF)`" yang berfungsi untuk menempatkan mikrokontroler pada mode *power down*, ADC (*Analog Digital Converter*), BOD (*Brown-out Detection*) yang akan dihidupkan kembali dengan menggunakan *watchdog timer* setelah 4 detik.

d. Arduino *RTC library* merupakan *library* yang digunakan untuk menangani pengambilan data waktu dan penanggal pada modul RTC (*Real Time Clock*). Di antara fungsi pada *RTClib library* yang digunakan pada *transmitter sensor node* ini adalah :

1. `rtc.begin()` : Berfungsi untuk mulai mengaktifkan modul RTC.
2. `rtc.isrunning()` : Berfungsi untuk memeriksa apakah modul telah aktif dan dapat digunakan.
3. `rtc.now()` : Berfungsi untuk mendapatkan data waktu saat ini.

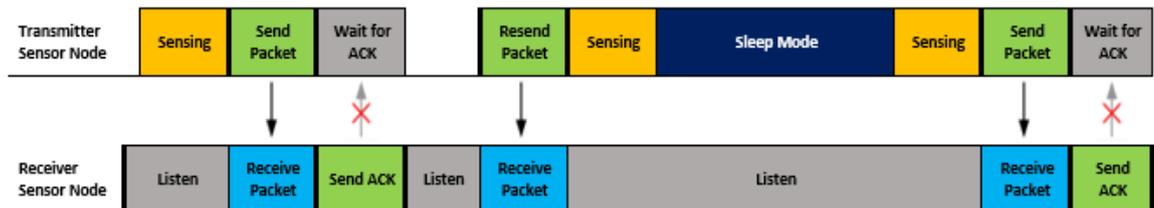
4. `rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)))` : Berfungsi untuk menyesuaikan data waktu yang disimpan pada modul dengan waktu ketika dilakukannya *upload* program.
- e. Arduino DHTlib *library* merupakan *library* yang menangani pengambilan data *sensing* dari modul sensor DHT11. Di antara fungsi pada DHTlib *library* yang digunakan pada *transmitter sensor node* ini adalah :
 1. `DHT.read11()` : Berfungsi untuk memeriksa status modul DHT11 apakah sudah dapat digunakan ataukah tidak.
 2. `DHT.temperature` : Berfungsi untuk melakukan pengambilan data suhu.
2. Pada *receiver sensor node* :
 - a. Arduino IDE merupakan sebuah program untuk menulis dan meng-*upload* program/*sketch* pada mikrokontroler agar sistem dapat berjalan dengan sesuai.
 - b. Arduino Mirf *library* merupakan *library* yang menangani komunikasi modul NRF24L01 agar modul tersebut dapat digunakan. Di antara fungsi pada Mirf *library* yang digunakan pada *receiver sensor node* ini adalah :
 1. `Mirf.spi` : Berfungsi untuk menentukan pin komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*) antara modul nrf dengan mikrokontroler.
 2. `Mirf.init()` : Berfungsi untuk mengaktifkan konfigurasi pin SPI (*Serial Peripheral Interface*).
 3. `Mirf.setRADDR((byte *)"FGHIJ")` : Berfungsi untuk mengatur alamat penerimaan.
 4. `Mirf.payload` : Berfungsi untuk mengatur ukuran panjang data yang dapat diterima.
 5. `Mirf.chanel` : Berfungsi untuk mengatur komunikasi antar node berdasarkan *channel* frekuensi.
 6. `Mirf.config()` : Berfungsi untuk mengatur register serta pengaturan komunikasi *module* dan menyalakan *module*.
 7. `Mirf.dataReady()` : Berfungsi untuk melakukan pemeriksaan ketika terdapat data yang diterima.
 8. `Mirf.getData()` : Berfungsi untuk melakukan pengambilan data yang diterima.

4.2.4 Kebutuhan komunikasi

Jenis komunikasi transfer data yang digunakan pada sistem ini berupa komunikasi nirkabel yang menghubungkan *transmitter sensor node* dengan *receiver sensor node*. Modul yang digunakan adalah modul *wireless* NRF24L01 yang mana modul tersebut memanfaatkan gelombang frekuensi radio pada frekuensi 2,4 GHz. Protokol komunikasi yang digunakan oleh modul tersebut untuk

dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler Atmega328P adalah SPI (*Serial Peripheral Interface*) dengan empat jalur utama yaitu MOSI (*Master Out Slave In*), MISO (*Master In Slave Out*), SCK (*Serial Clock*), dan SS (*Slave Select*). Pada pengaplikasiannya, modul NRF24L01 menggunakan Arduino Mirf *library*.

Sedangkan protokol komunikasi yang digunakan antara modul RTC (*Real Time Clock*) dengan mikrokontroler ATmega328P yakni dengan komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yang merupakan protokol komunikasi serial dua jalur yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*).



Gambar 4.3 Proses komunikasi *sensor node*

Pada Gambar 4.3 merupakan gambaran terkait proses komunikasi antar *sensor node*, yang mana proses komunikasi akan dimulai dengan pengiriman data pertama oleh *transmitter sensor node* yang berupa *time stamp* dimulainya *node*. kemudian *receiver sensor node* akan menerima data *time stamp* tersebut dan mencatatnya sebagai penanda waktu dan penanggalan mulai berjalannya *sensor node*, dan kemudian akan menunggu dikirimkannya data hasil *sensing* oleh *transmitter sensor node*. Tahapan selanjutnya yakni pada sisi *transmitter sensor node* yang akan selalu melakukan akuisisi data sensor hanya ketika *transmitter sensor node* tidak sedang berada pada kondisi *sleep mode* yang berjalan sesuai dengan ketentuan pada mekanisme *low power*, kemudian setelah melalui tahapan *sensing* dan melalui mekanisme *low power* tersebut *transmitter sensor node* akan mengirimkan data hasil *sensing* menuju *receiver sensor node*. Proses pengiriman data yang dilakukan oleh *transmitter sensor node* dengan menggunakan modul komunikasi nirkabel nRF24L01 akan selalu menempatkan modul pada mode *power down* setelah pengiriman data selesai dilakukan. Proses komunikasi akan terus berjalan dimulai dari *sensor node* dinyalakan hingga sumber daya pada *sensor node* telah habis.

4.2.5 Kebutuhan fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang harus terpenuhi agar sistem dapat dijalankan sesuai dengan tujuan, penjelasan terkait kebutuhan fungsional pada sistem ini adalah sebagai berikut :

4.2.5.1 Fungsi pembacaan data sensor DHT11

Pada fungsi ini sensor DHT11 harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data suhu, yang mana modul sensor menerima *input* berupa besaran tegangan 5V yang dikonversikan menjadi besaran suhu sebagai *output*. Setelah *output* sensor diterima oleh mikrokontroler, data tersebut kemudian disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

4.2.5.2 Fungsi pembacaan data sensor LDR (*Light Dependent Resistor*)

Pada fungsi ini sensor LDR harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data intensitas cahaya, yang mana sensor menerima *input* berupa besaran tegangan yang kemudian dikonversi menjadi besaran intensitas cahaya sebagai *output*. Setelah *output* sensor diterima oleh mikrokontroler, data tersebut kemudian disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

4.2.5.3 Fungsi pengambilan data sensor *Soil Moisture*

Pada fungsi ini sensor *Soil Moisture* harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data kelembaban tanah, yang mana sensor menerima *input* berupa besaran tegangan 5V yang kemudian dikonversi menjadi persentase kelembaban tanah sebagai *output*. Setelah *output* sensor diterima, data tersebut disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

4.2.5.4 Fungsi penerimaan data oleh *receiver sensor node*

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *receiver sensor node* dapat menerima data sensor dari *transmitter sensor node* melalui media komunikasi *wireless*. Data yang diterima sesuai dengan data yang dikirimkan oleh *transmitter sensor node*, sehingga dapat dilakukan *monitoring* hasil *sensing* oleh pengguna.

4.2.5.5 Fungsi pengiriman data oleh *transmitter sensor node*

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *transmitter sensor node* dapat mengirimkan data sensor menuju *receiver sensor node* melalui media komunikasi *wireless* sehingga dapat dilakukan *monitoring* hasil *sensing* pada *personal computer* melalui *serial monitor*.

4.2.5.6 Fungsi pengolahan data *sensing*

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *transmitter sensor node* dapat melakukan pengolahan data *sensing* dari setiap modul sensor sehingga dapat mendukung berjalannya mekanisme *low power* pada *transmitter sensor node*. Pengolahan data yang dimaksudkan ialah dengan menggunakan *library* ataupun rumus perhitungan sehingga dapat mengartikan sinyal keluaran sensor menjadi bentuk $^{\circ}\text{C}$ untuk besaran suhu, lx untuk besaran intensitas cahaya, dan % untuk nilai kelembaban tanah.

4.2.5.7 Fungsi mekanisme *low power*

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *transmitter sensor node* untuk dapat melakukan penghematan sumber daya, yakni dengan menjalankan *sleep mode* dengan menggunakan *Arduino Lightweight Low Power library* yang ditentukan berdasarkan hasil pengolahan data *sensing*. Mekanisme yang dimaksud ialah apabila hasil *sensing* dari setiap sensor sama dengan hasil *sensing* sebelumnya, maka mikrokontroler akan menempatkan *sensor node* pada kondisi *sleep mode* selama satu menit dan tidak mengirimkan data menuju *receiver sensor node*, dan apabila terjadi perubahan hasil *sensing* dari hasil sebelumnya *transmitter sensor node* akan melakukan pengiriman data.

4.2.6 Kebutuhan performansi sistem

Sistem dapat bekerja secara optimal apabila semua kebutuhan dapat terpenuhi beserta beberapa faktor pendukung seperti kesesuaian jarak dan lokasi penempatan *sensor node*, faktor lainnya yakni kadar *obstacle* di antara *sensor node*.

4.2.7 Spesifikasi perangkat keras

Dalam perancangan sistem diperlukan perangkat keras yang digunakan, di antara perangkat keras yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem dijelaskan pada bagian ini.

4.2.7.1 Personal Computer

Personal Computer (PC) yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem ini adalah Laptop Toshiba *Satellite C55D-B5206* dengan prosesor AMD A8-6410 *QuadCore APU (Accelerated Processing Unit)* dilengkapi dengan AMD Radeon R5 sebagai video grafiknya. Pada Gambar 4.4 merupakan tampilan dari *Personal Computer* yang digunakan, sedangkan untuk spesifikasinya berada pada Tabel 4.1.



Gambar 4.4 Laptop Toshiba Satellite C55D-B5206

Sumber : <http://newnotebookspecifications.com/wp-content/uploads/2014/09/Toshiba-Satellite-C55D-B5206-Laptop.jpg>

Tabel 4.1 Spesifikasi Toshiba Satellite C55D-B5206

Tipe Model	<i>Notebook</i>
CPU	AMD A8-6410 <i>Quad Core APU</i> 2.0 GHz
Mode GPU	AMD Radeon R5 <i>Graphics</i>
RAM	4 GB DDR3L SDRAM 1600 MHz
Slot Memori	2 DIMM
HDD	750 GB Serial ATA HDD (5400 rpm)
Format HDD	NTFS
Sistem Operasi	Windows 8.1

4.2.7.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah mikrokontroler ATmega328P. Terkait spesifikasinya berada pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi ATMEGA328P

Mikrokontroler	ATmega328P
Jumlah pin	28
Tegangan Pengoperasian	1.8V – 5.5V
Memory Flash (kBytes)	32
Clock Speed (MHz)	16
SRAM (kBytes)	2
EEPROM (Bytes)	1024
DRAM Memory	Tidak
PWM Channels	6
Watchdog Timer	Iya

4.2.7.3 Modul Wireless

Modul *wireless* yang digunakan pada sistem ini sebagai modul komunikasi antar *sensor node* adalah modul *wireless* NRF24L01 yang beroperasi pada frekuensi radio 2.4 GHz. Berikut ini merupakan spesifikasi modul NRF24L01 pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi NRF24L01

Tegangan pengoperasian	1.9V – 3.6V
Data rate maksimal	2000 kbps
Rentang suhu	-40 °C hingga 85 °C
Rentang frekuensi operasi	2400 MHz hingga 2525 MHz
Arus ketika power down	900 nA
Arus ketika stand by	32 uA

4.2.7.4 Modul RTC (*Real Time Clock*)

Modul RTC yang digunakan pada sistem ini adalah *Tiny* RTC DS1307. Di antara fitur yang dimiliki oleh modul RTC tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menyediakan waktu dan penanggalan dalam format BCD (*Desimal Coded Decimal*).
2. Berkomunikasi dengan menggunakan protokol I2C.
3. Konsumsi daya kurang dari 500 nA menggunakan baterai cadangan dengan penggunaan osilator.

4.2.7.5 Sensor DHT11

Sensor suhu yang digunakan pada sistem ini adalah sensor DHT11. Spesifikasi sensor DHT11 dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi sensor DHT11

Tegangan pengoperasian	3.5 – 5.5V DC
Konsumsi arus rata-rata	0.2 – 1 mA
Suhu maksimal	50°C
Rentang waktu <i>sensing</i>	1 detik

4.2.7.6 Sensor LDR

Sensor intensitas cahaya yang digunakan pada sistem ini adalah sensor LDR. Spesifikasi sensor LDR dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Spesifikasi sensor LDR

Tegangan pengoperasian	5V DC
Suhu pengoperasian	-30 °C sampai 70 °C
<i>Respons Time per-sensing</i>	20 ms – 30ms
Rentang nilai resistansi	400 Ω – 10 MΩ

4.2.7.7 Sensor *Soil Moisture*

Untuk mengakuisisi data kelembaban tanah, sistem menggunakan sensor *soil moisture*. Spesifikasi sensor *soil moisture* dijelaskan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Spesifikasi sensor *soil moisture*

Tegangan pengoperasian	5V DC
Konsumsi arus	35 mA
Tegangan keluaran	0 – 4.2 V

4.2.7.8 Modul *USB-to-TTL*

Modul *USB-to-TTL* yang digunakan pada sistem ini adalah *FTDI Basic Break-out*. Di antara fitur yang dimiliki oleh modul tersebut adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengalirkan tegangan 3.3 V/5 V dengan pilihan *jumper*.
2. Memiliki pin DTR yang memungkinkan mikrokontroler untuk dapat melakukan *auto-reset* pada saat meng-*upload* program.
3. Dapat digunakan sebagai media komunikasi dengan mikrokontroler melalui *serial monitor*.
4. Memiliki indikator LED RX dan TX yang dapat digunakan untuk memantau komunikasi serial pada sistem.

4.2.7.9 Multimeter

Multimeter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan (volt-meter), hambatan (ohm-meter), maupun arus (ampere-meter). Terdapat dua kategori multimeter yakni multimeter analog dan multimeter digital, dalam pengujian sistem ini multimeter yang digunakan adalah multimeter digital. Gambar multimeter digital ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Multimeter Digital

Sumber : <http://alatukur.web.id/wp-content/uploads/2016/04/digital-multimeter.jpg>